

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-306034

(43)Date of publication of application : 21.11.1995

(51)Int.Cl.

G01B 21/20

(21)Application number : 06-096132

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 10.05.1994

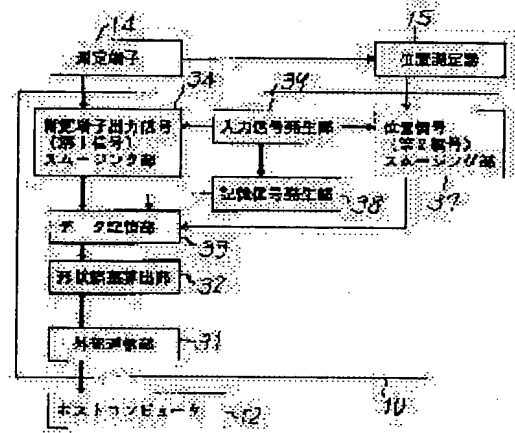
(72)Inventor : OKAZAWA YASUO
TANAKA HIDEKI

(54) SHAPE MEASURING INSTRUMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To eliminate the scattering in a measurement value speedily without increasing the amount of storage of measurement data by providing a signal smoothing part for smoothing a signal.

CONSTITUTION: An output signal (a first signal) from a measurement terminal 14 is smoothed by a first signal smoothing part 34. A second signal from a position measuring instrument 15 corresponding to the relative position of the measurement terminal 14 for a reference point is fetched simultaneously with the first signal and is smoothed by a second signal smoothing part 37. The smoothed first and second signals are stored at a data storage part 33. A stored signal generation part 38 instructs the generation of the stored signal when a measurement point is reached at each of a plurality of measurement points virtually stored along the outer shape of an object to be measured. A shape error calculation part 32 calculates the shape of the object to be measured and a shape error from the smoothed output signal of a measurement terminal 14 at each measurement point stored at the data storage part 33 and the position data.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-306034

(43) 公開日 平成7年(1995)11月21日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 1 B 21/20

識別記号

1 0 1 Z

片内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-96132

(22) 出願日 平成6年(1994)5月10日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 岡沢 泰夫

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 田中 秀規

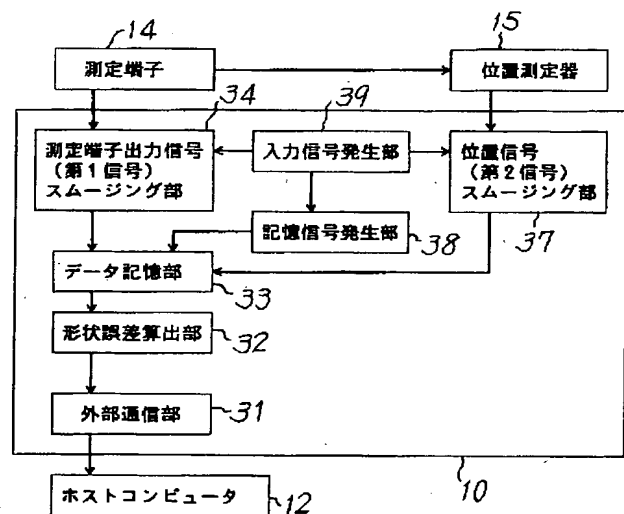
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(54) 【発明の名称】 形状測定装置

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 形状測定装置において、測定データ量を増やすことなく、機構部の振動や電気ノイズによる測定値のばらつきや、被測定物の表面粗さによる形状測定値のばらつきを除去し、かつ所望の測定精度を得る事のできる形状測定装置を提供する。

【構成】 測定端子14の相対位置信号を滑らかにする、位置スムージング部と、測定端子出力信号を滑らかにする、測定端子出力信号スムージング部34とを有する事を特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 設計位置と実際の位置との差分に相当する第1信号を出力する測定端子と、該測定端子を被測定物の測定面に沿って設計値に基づき移動させる移動機構と、基準点と前記測定端子との相対位置に相当する第2信号を出力する位置測定器と、所定の時間毎又は距離毎に記憶トリガー信号を発生する記憶信号発生部と、前記記憶トリガー信号により前記第1信号と前記第2信号とを記憶する記憶部と、記憶された前記第1信号と前記第2信号との和から「前記相対位置の設計値」を引いた差分を被測定物の形状誤差として算出する形状誤差算出部とからなる形状測定装置において、所定の時間毎又は距離毎に入力トリガー信号を発生する入力信号発生部と、前記入力トリガー信号に同期して入力した前記第1信号を滑らかにし、前記記憶トリガー信号に同期して前記滑らかにした第1信号を記憶部へ出力する第1信号スムージング部と、前記入力トリガー信号に同期して入力した前記第2信号を滑らかにし、前記記憶トリガー信号に同期して前記滑らかにした第2信号を記憶部へ出力する第2信号スムージング部とを設けたことを特徴とする形状測定装置。

【請求項2】 前記第1信号スムージング部及び前記第2信号スムージング部が、入力信号を所定回数蓄積し、該蓄積した入力信号の平均値を出力する平均化手段であることを特徴とする請求項1記載の形状測定装置。

【請求項3】 前記第1信号スムージング部及び前記第2信号スムージング部が、所定の周波数成分のノイズを除去するフィルタであることを特徴とする請求項1記載の形状測定装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は形状測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 図7は、従来の形状測定装置の情報処理部を機能的に示すブロック図である。図7により従来の形状測定装置の機能を説明する。被測定物の測定面に沿って設計値に基づいて測定端子14を移動させる。このとき、位置測定器15により基準点に対する測定端子14の相対位置を検出し、相対位置信号を出力する。一方、測定端子14により、設計位置と実際の位置との差分に相当する信号を出力する。これらの出力信号を、所定の時間毎又は距離毎に記憶信号発生部46より発生する記憶トリガー信号に同期して、データ記憶部43に記憶する。データの入力と記憶は予め決められた測定の開始位置から測定終了位置まで行う。この後、形状誤差算出部42により、データ記憶部に記憶された相対位置信号と測定端子出力信号との和から「前記相対位置の設計値」を引いた差分を被測定物の形状誤差として算出する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 このように、従来の形状測定装置では、検出した位置と測定端子の出力信号を入力し直接データ記憶部に記憶していた、しかしながら移動させながら測定を行っているので、機構部の振動や電気ノイズにより測定にばらつきがでていた。また、被測定物の表面粗さによっても形状測定にばらつきがでていた。そこで従来方式では、ばらつきを除去するために、測定データを全て取り終わった後で測定データにたいしてデータ処理を行っていた。

【0004】 しかし、ばらつきを除去してなおかつ所望の測定精度を得るためには測定データ量が多くなりデータ記憶部が複雑になるうえ、ばらつきを除去する処理時間が長くなるという問題があった。本発明は、測定データの記憶量を増やさずに、高速に測定値のばらつきを除去することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は、設計位置と実際の位置との差分に相当する第1信号を出力する測定端子と、該測定端子を被測定物の測定面に沿って設計値に基づき移動させる移動機構と、基準点と前記測定端子との相対位置に相当する第2信号を出力する位置測定器と、所定の時間毎又は距離毎に記憶トリガー信号を発生する記憶信号発生部と、前記記憶トリガー信号により前記第1信号と前記第2信号とを記憶する記憶部と、記憶された前記第1信号と前記第2信号との和から「前記相対位置の設計値」を引いた差分を被測定物の形状誤差として算出する形状誤差算出部とからなる形状測定装置において、所定の時間毎又は距離毎に入力トリガー信号を発生する入力信号発生部と、前記入力トリガー信号に同期して入力した前記第1信号を滑らかにし、前記記憶トリガー信号に同期して前記滑らかにした第1信号を記憶部へ出力する第1信号スムージング部と、前記入力トリガー信号に同期して入力した前記第2信号を滑らかにし、前記記憶トリガー信号に同期して前記滑らかにした第2信号を記憶部へ出力する第2信号スムージング部とを設けたことを特徴とする（請求項1）。

【0006】 請求項1記載の形状測定装置において、前記第1信号スムージング部及び前記第2信号スムージング部が、入力信号を所定回数蓄積し、該蓄積した入力信号の平均値を出力する平均化手段であることを特徴とする（請求項2）。請求項1記載の形状測定装置において、前記第1信号スムージング部及び前記第2信号スムージング部が、所定の周波数成分のノイズを除去するフィルタであることを特徴とする（請求項3）。

【0007】

【作用】 本発明では、測定端子より出力した測定端子出力信号（第1信号）と、位置測定器で検出され出力された被測定物に対する測定端子の相対位置信号（第2信号）とをそれぞれ第1信号スムージング部と、第2信号スムージング部、とにより滑らかにし、その後、データ

記憶部に記憶する（請求項1）。

【0008】この際、前記入力回数を前記データの記憶の回数より多くする。すなわち、2個以上の入力データを使用して予め滑らかにする処理をして1個の滑らかなデータにする（請求項2）。又は、第1信号スムージング部と第2信号スムージング部とに、所定の周波数成分のノイズを除去するフィルタを用いる事により滑らかなデータにする（請求項3）。

【0009】従って、従来の入力データを何も処理しないで直接に記憶し、あとで滑らかにするよりも、少ないデータ記憶量でばらつきのない形状測定ができる。このため、データ記憶部が複雑にならない。また、滑らかにする処理をデータ入力中に行っているため、記憶した後で、ばらつきを除去する処理時間がかからない。以下、図面を引用して、実施例により、本発明を、より具体的に説明するが、本発明は、これに限られるものではない。

【0010】

【実施例】図3は、本発明を精密切削加工機（以下、加工機と略す）1に適用した一実施例を示す。加工機1は、被測定物13に対して相対移動可能に設けられ、被測定物の相対位置関係を検出する測定端子14と、予め定めた原点を基準として、この測定端子14の位置を測定する位置測定器15（測長計16）と、測定データの処理を行う情報処理装置10と、測定端子14と被測定物（ワーク）13とを移動させる移動機構2とを有する。

【0011】加工機1は、移動機構2として、被測定物13であるワークを載置するZステージ3と、Zステージ3を移動自在に支持するためのZ支持台4と、Zステージ3を必要量移動させるためのZステージ駆動装置5と、工具台6および測定端子14を支持するためのXステージ7と、Xステージ7を移動自在に支持するためのX支持台8と、Xステージ7を必要量移動させるためのXステージ駆動装置9とを有する。また、加工機1は、ステージ駆動装置5、9の動作を制御するNCコントローラ11と、このNCコントローラ11と情報処理装置10とに接続されるホストコンピュータ12とで、制御される。ホストコンピュータ12は、NCコントローラ11の制御プログラム、および、加工、測定等のために必要な各種パラメータを作成して、これに出力すると共に、情報処理装置10からの形状測定情報を取り込んで、修正プログラム、パラメータ等を作成して、NCコントローラ11に送る。

【0012】測定端子（測定プローブ）14は、例えば、差動トランスにより構成され、中心位置から±の変位量を示す信号を出力する。測定端子14は、本実施例では、接触式の例を示すが、非接触式であってもよい。位置測定器15は、本実施例では、光学式の測長計16が用いられる。すなわち、Zステージ3にミラー19

が、Xステージ7にミラー21がそれぞれ取り付けられ、前者には、ミラー17および18を介して、また、後者には、ミラー20を介して、それぞれ光線が入射される。本実施例の測長計16は、ミラー19および21の変位を光学的に測定すると共に、予め定めた原点を基準とする座標データを出力する。本実施例では、加工機に備え付けられているものを共用しているが、独自に設けてもよい。

【0013】図2は、本実施例で用いられる情報処理装置のハードウェアの構成を表すブロック図である。情報処理装置10は、中央処理ユニット（CPU）101と、CPU101のプログラムおよび各固定データを記憶する第1のメモリ（ROM）102と、外部から読み込んだデータ、演算結果等を格納する第2のメモリ（RAM）103と、外部のホストコンピュータ12との接続を行なうホストコンピュータインタフェース104と、測長計16との接続を行なう測長計インタフェース105と、NCインターフェイス106と、測定端子14からの出力信号をデジタル信号に変換するA/D変換器107とを有する。なお、入力装置、表示装置等は、本実施例では、ホストコンピュータ12に設けられているものを用いる。もちろん、情報処理装置10に、入力装置および表示装置を接続する構成としてもよい。

【0014】図1は、情報処理装置の各種機能を表すブロック図である。情報処理装置10は、ホストコンピュータ12との間でデータの授受を行うための外部通信部31を有する。外部通信部31は、ホストコンピュータ12から送られる測定指令を受けて、入力信号発生部39に位置信号の取り込みと測定端子からの出力信号の取り込みとを指令する。取り込まれた測定端子14からの出力信号（第1信号）は、第1信号スムージング部34により滑らかにされる。

【0015】基準点に対する測定端子14の相対位置に対応する第2信号は、この測定端子14が被測定物13の外形に沿って移動するとき、前記第1信号の取り込みと同時に取り込まれ、第2信号スムージング部37により滑らかにされる。滑らかにされた第1信号と第2信号とをデータ記憶部33に記憶する。記憶信号発生部38は、被測定物13の外形に沿って仮想的に配置される複数の測定点のそれぞれについて、測定点にくると前記記憶信号発生を指令する。形状誤差算出部32は、データ記憶部33に記憶された、各測定点の滑らかにされた測定端子出力信号と位置データとから、被測定物13の形状と形状誤差を算出する。

【0016】次に、本実施例の測定動作について、説明する。図4に、測定動作の手順の概要を示す。この手順は、ホストコンピュータ12およびそれにしたがって動作する情報処理装置10によって実行される。本実施例では、測長計16の出力値と測定端子14の出力とから、被測定物13の各測定点の位置を求めることによ

り、被測定物13の形状を測定する。また、本実施例では、データを滑らかにする方法として、移動平均を使用しているが、別な方法を使用してもよい。例えばフィルタによりノイズの周波数を選択して所望のノイズ成分を除去してもよい。

【0017】まず、ホストコンピュータ12は、NCコントローラ11に、測定端子14を被測定物13に沿って移動するように指示する(ステップ501)。測定開始点 X_s にきたら、以後測定終了点 X_e まで、入力信号発生部39からの指令を受けて被測定物13に対する測定端子14の相対位置(本例では、被測定物13のZ軸方向の相対移動位置 Z_{in} と、測定端子14のX軸方向の相対移動位置 X_{in} が相当する)を位置測定器から取り込む、同時に測定端子14から測定端子出力電圧 V_{in} を取り込む(ステップ502)。

【0018】次に、データの取り込みと同期して、取り込んだデータに対して、滑らかにする処理を行う。本例では移動平均処理をおこなう例を示す(ステップ503)。移動平均処理は、データを取り込んだ回数により2通りある。第1番目は取り込んだ回数がN回以降の場合で以下のようなになる

$$Z_k = Z_{in} / N$$

$$X_k = X_{in} / N$$

$$V_k = V_{in} / N$$

$$S_z = S_z - Z_{k-N} + Z_k$$

$$S_x = S_x - X_{k-N} + X_k$$

$$S_v = S_v - V_{k-N} + V_k$$

第2番目は取り込んだ回数がN回未満の場合で以下のようなになる

$$Z_k = Z_{in} / N$$

$$X_k = X_{in} / N$$

$$V_k = V_{in} / N$$

$$S_z = S_z + Z_k$$

$$S_x = S_x + X_k$$

$$S_v = S_v + V_k$$

前記式で、Nは移動平均処理の範囲で読み込みの回数である。

【0019】添字 $k-N$ のついた Z 、 X 、 V は、 Z_k 、 X_k 、 V_k の現在からN回前のものである。 S_z 、 S_x 、 S_v は、測定開始時は零に設定されている。本例について、 Z に関して、数値データで表したものが表1である。

【0020】

【表1】

被測定物のZ軸方向の位置 Z_{in} の移動平均の例

入力回数	Z軸方向 取り込み値 Z_{in}	$Z_k =$ Z_{in} / N ($N=10$)	Z_{in} の 移動平均 S_z	S_z の記憶 10回入力毎
1	5.000	0.5000	0.5000	
2	5.004	0.5004	1.0004	
3	5.002	0.5002	1.5006	
4	4.997	0.4997	2.0003	
5	5.002	0.5002	2.5005	
6	4.995	0.4995	3.0000	
7	5.002	0.5002	3.5002	
8	4.999	0.4999	4.0001	
9	5.003	0.5003	4.5004	
10	4.998	0.4998	5.0002	5.0002
11	5.001	0.5001	5.0003	
12	5.000	0.5000	4.9999	
以降続く				

【0021】次に、指令された測定点にきたら、すなわち記憶信号発生部38からの指令を受けてデータ記憶部13に S_z 、 S_x 、 S_v を記憶する。指定されたM個の測定点で記憶を繰り返す。記憶データは1からMまでの配列データ S_{zj} 、 S_{xj} 、 S_{vj} となる(ステップ504)。

$$S_{zj} = S_z \quad (j=1 \sim M)$$

$$S_{xj} = S_x \quad (j=1 \sim M)$$

$$S_{vj} = S_v \quad (j=1 \sim M)$$

移動が終了したら、各測定点毎に記憶されたデータについて設計値形状と実形状との差である形状誤差 E_j を計算する(ステップ505)。

【0022】測定の開始位置 X_s 、終了位置 X_e 、測定個数M、移動平均処理の範囲N(データの入力回数で指

定する)等の指示は、ホストコンピュータ12で行う。Nの値により滑らかさの程度が変えられる。Nの値を大きくすれば、より滑らかになるが、Nの値を小さくすれば、より細かい形状の変化が見れる。データの取り込みのための入力信号発生部39と、データ記憶のための記憶信号発生部38を具体的に説明すると、測定端子の相対移動速度を、 $12\text{mm}/\text{min}$ として、データの取り込みを 10msec 毎、データの記憶を 100msec 毎とすると、データの取り込みは $2\mu\text{m}$ 毎、データの記憶は $20\mu\text{m}$ 毎となり、データの取り込み10回に対して、データ記憶が1回となる。

【0023】形状測定範囲を 50mm とすると、データ取り込みの回数は 25000 回であるが、記憶データ数は、 2500 個となり10分の1に減っている。測定端子14による形状誤差の測定について、説明する。ここでは、差動トランス型の測定端子を用いた場合の測定原理を説明する。図5(A)は、測定端子14を設計位置に移動させたときに被測定物13の形状が設計形状にあるとき、すなわち、被測定物13と測定端子14が設計位置で接触した状態を示している。この時、測定端子14の出力電圧が零になるようあらかじめ測定端子は調整されている。言い換えれば、測定端子に付属する球の中心位置と測定端子の設計位置とのずれが零である。

【0024】図5(B)は、測定端子14を設計位置に移動させたときに被測定物13が設計形状位置に対して形状誤差がある位置で接触した状態を示している。すなわち、測定端子に付属している球の中心位置が設計位置に対してずれていることを示している。一方、測定端子の出力電圧と、球の中心位置との関係は図6のように、予めわかっているので、測定端子の出力電圧から、出力電圧が零にのときの球の中心位置からのずれ量、すなわち、球の中心位置の設計位置に対するずれ量が求められる。

【0025】そこで、測定端子の位置と測定端子の出力電圧から求めた球の中心位置のずれ量から、被測定物に接触している球の中心位置がわかるので、これより被測定物の形状が算出できる。図8により、被測定物13の形状の算出方法を説明する。P点は、位置測定器15で読んだ測定端子14の球心位置で、設計位置とは微小量(位置決め誤差等のため)ずれた位置をとることが多い。測定端子14に付属している球の実際の中心位置零点は、測定端子14の出力電圧から求められる球のずれ量だけP点からずれている。

【0026】球の中心O点から設計値形状へ下ろした垂線と設計値形状との交点をR点とする。また、垂線上で、O点から球の半径 r だけ離れた点をQ点、Q点を通りZ軸に平行な直線と設計値形状との交点をS点とする。測定形状は、Q点を結んだ形状となる。また、S点とQ点の距離がS点の形状誤差となる。

【0027】同様にして、図9で示される測定経路のP

1からPMまでの各測定点に関して計算される。このとき、被測定物13と測定端子14の位置精度は、各ステージ(被測定物13と測定端子14が、それぞれ取り付く)の位置制御に使用される測長計16により、保証されている。

【0028】測定結果の具体例を図10に示す。スムージング処理をする前後で、これらを比較すると、スムージング前にはノイズで見えなかった部分Tが、スムージング処理後には明らかになっている。また、測定結果の具体例の別な例を図11、図12、図13に示す。図中の丸印は、各測定点を表す。横軸は測定点のX軸方向の位置を、縦軸はZ軸方向の位置を示す。

【0029】図11は、取り込んだままの測定値と、これをスムージング処理した後の値を表している。スムージング前は何の処理もしていないので、ピークで $\pm 5\mu\text{m}$ のばらつきがある。これを取り込み回数10回で移動平均した結果がスムージング処理後の値で、ピークが $\pm 0.5\mu\text{m}$ になって、ばらつきが減少している。本実施例では、スムージング処理後の値を、取り込み10回に1回の記憶を行なうので、記憶データの値は $\pm 0.5\mu\text{m}$ 以内の滑らかな値となる。

【0030】一方、従来の装置では、取り込み自体が図11の結果に対して10回に1回になるので、取り込んだ結果は取り込みのタイミングにより図12あるいは図13となり、取り込むタイミングにより測定結果が大きく異なる。また、図12の結果のようにデータが $\pm 5\mu\text{m}$ でばらつく場合や、図13の結果のように零となる場合もある。

【0031】

【効果】本発明によれば、記憶データ量を増やすことなく、ノイズを除去した形状測定ができるので、データ記憶部が複雑にならず、ノイズ除去の計算処理時間も短くできるので、高精度で、高速の形状測定が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】は、本実施例の情報処理装置の機能のブロック図である。

【図2】は、本実施例の情報処理装置のハードウェアの構成図である。

【図3】は、本発明に係る一実施例の概念図である。

【図4】は、本実施例の測定手順のフローチャートである。

【図5】は、本実施例の測定端子と被測定物の位置関係を示す図である。

【図6】は、本実施例の測定端子の球心と、端子出力の関係を示すグラフである。

【図7】は、従来技術に係る情報処理装置の機能のブロック図である。

【図8】は、測定端子の球心と、被測定物の関係を示す図である。

【図9】は、測定経路を示す図である。

【図10】は、本実施例の測定結果の具体例を示すグラフである。

【図11】は、本実施例の測定結果の具体例を示すグラフである。

【図12】は、従来技術の装置での測定結果の一例を示すグラフである。

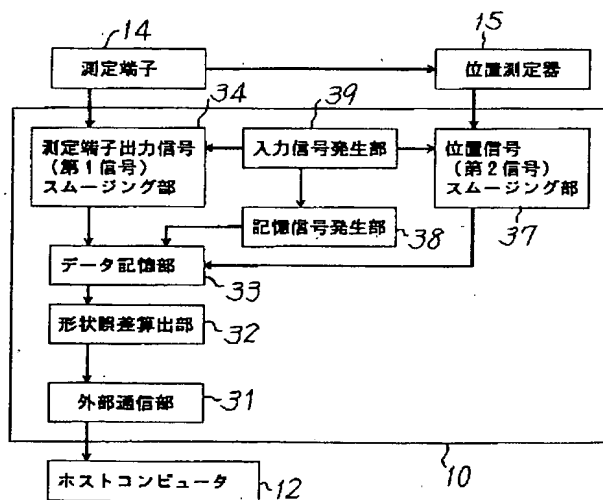
【図13】は、従来技術の装置での測定結果の一例を示すグラフである。

【符号の説明】

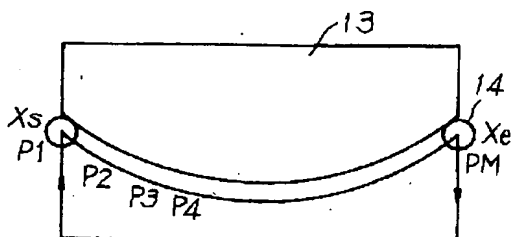
1 : 加工機
2 : 移動機構
3 : Zステージ
4 : Z支持台
5 : Zステージ駆動装置
6 : 工具台
7 : Xステージ
8 : X支持台
9 : Xステージ駆動装置
10 : 情報処理装置
11 : NCコントローラ
12 : ホストコンピュータ

13 : 被測定物
14 : 測定端子
15 : 位置測定器
16 : 光学式測長計
17～21 : ミラー
22 : 主軸
31, 41 : 外部通信部
32, 42 : 形状誤差算出部
33, 43 : データ記憶部
34 : 測定端子出力信号 (第1信号) スムージング部
37 : 位置信号 (第2信号) スムージング部
38, 46 : 記憶信号発生部
39 : 入力信号発生部
101 : 中央処理ユニット (CPU)
102 : 第1のメモリ
103 : 第2のメモリ
104, 105 : インターフェース
106 : NCインターフェース
107 : A/D変換器
以上

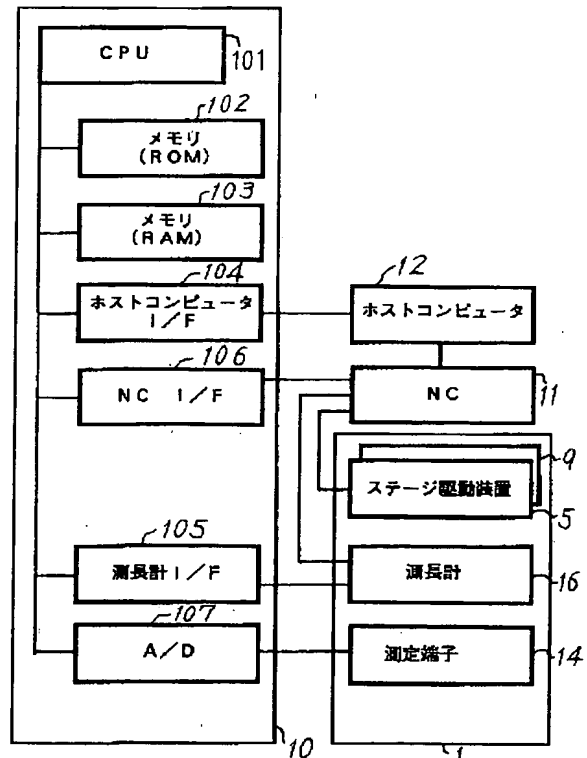
【図1】



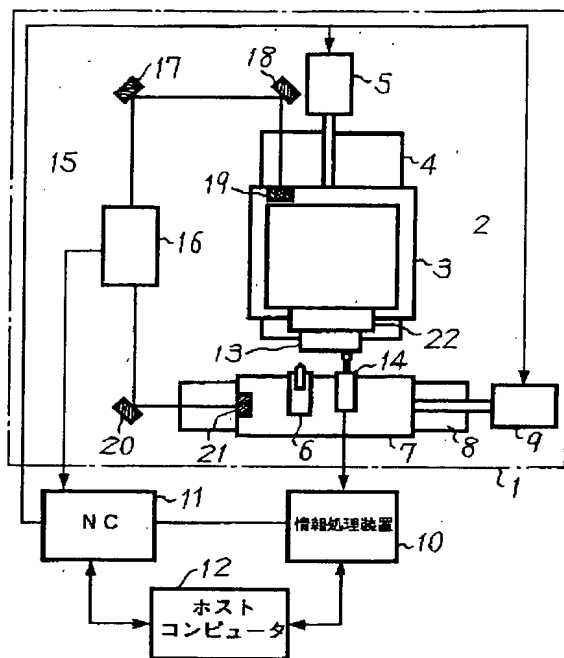
【図9】



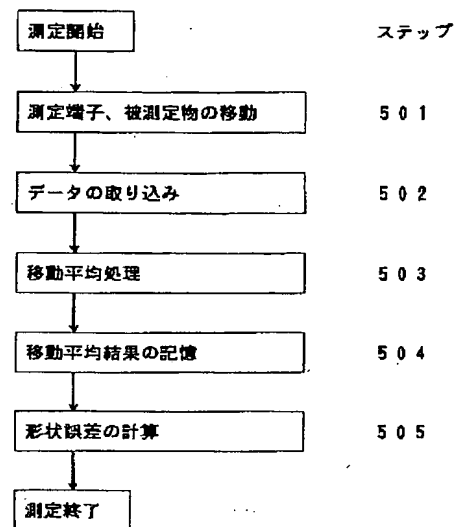
【図2】



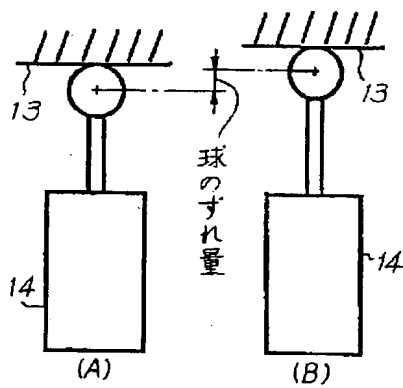
【図3】



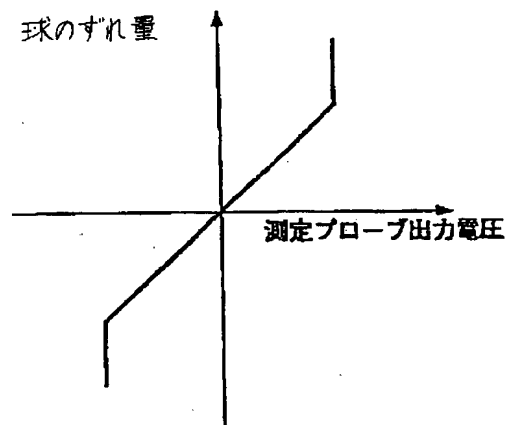
【図4】



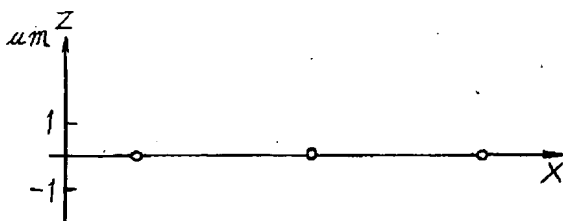
【図5】



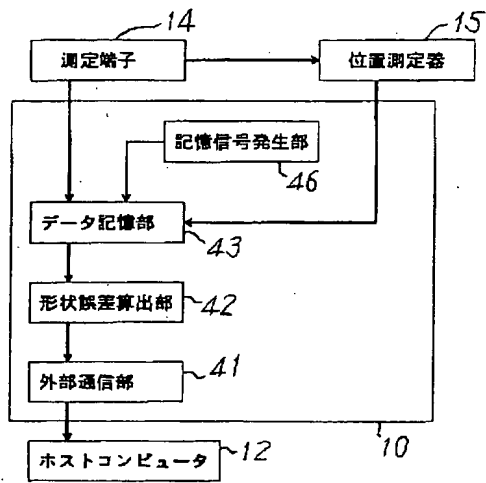
【図6】



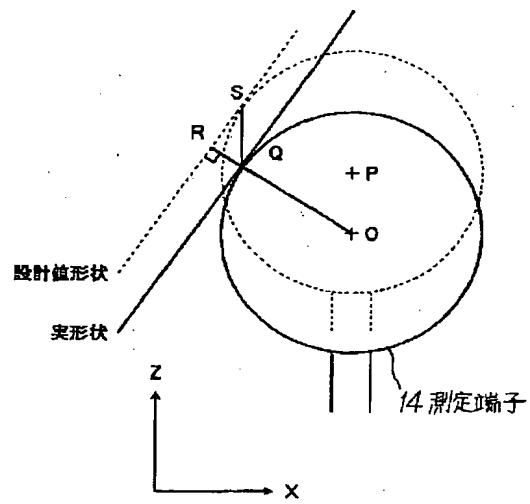
【図13】



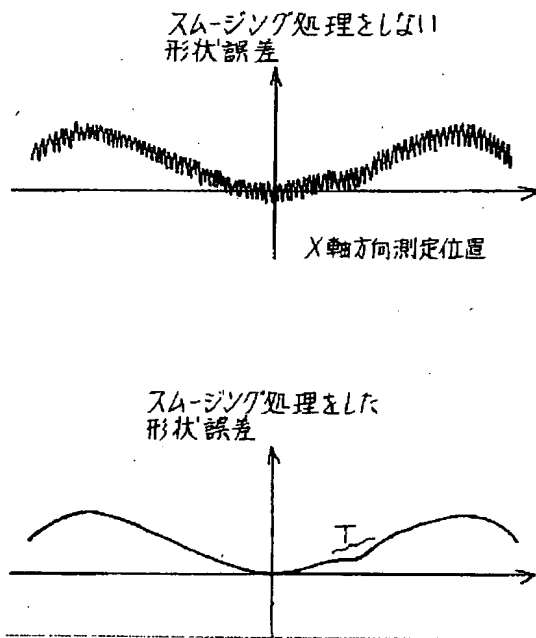
【図7】



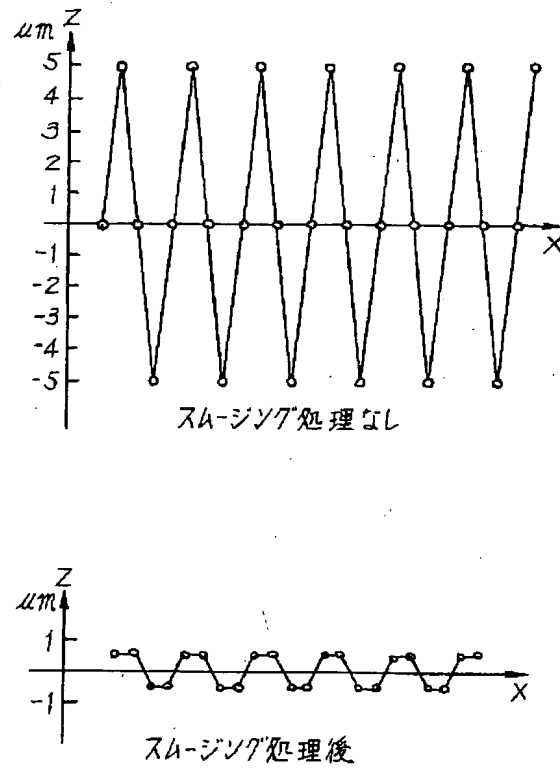
【図8】



【図10】



【図11】



【図 12】

